台灣地區斑潛蠅之發生與防治策略

錢景秦*　張淑貞

行政院農業委員會　農業試驗所

摘　要

錢景秦、張淑貞　2000　台灣地區斑潛蠅之發生與防治策略　植物疫情與策略 31-44

番茄斑潛蠅（*Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach)）、非洲菊斑潛蠅（*L. trifolii* (Burgess)）、蔬菜斑潛蠅（*L. sativae* (Blanchard)）及南美斑潛蠅（*L. huidobrensis* (Blanchard)）於 1982 至 1999 年間，在台灣地區發現且造成相當之危害。彼等雖屬雜食性，但在台灣之發生深受作物種類與氣候之影響。斑潛蠅之本地種寄生蜂相不僅複雜且具共通性，惟其優勢種受斑潛蠅種類與作物之影響。防治方面，除非洲菊上非洲菊斑潛蠅可藉本地種寄生蜂與賽滅淨達抑制外，其餘三種斑潛蠅之防治均以藥劑為主。為偵測斑潛蠅種類之入侵與演替，及紓解蔬果類農藥之殘毒，本文乃就斑潛蠅之簡介、國外斑潛蠅之防治與檢疫、及台灣地區重要斑潛蠅類之發生與防治等進行探討，並擬定未來台灣地區斑潛蠅檢疫與防疫之對策。斑潛蠅檢疫上，應儘速建立其種類之快速鑑識法，以供海關或田間斑潛蠅種類之調查；在斑潛蠅防疫上，除加強本地種寄生蜂之應用外，尚應依作物發展適宜之斑潛蠅綜合防治法。

(關鍵詞：番茄斑潛蠅、非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅、南美斑潛蠅、防治策略)

緒　言

番茄斑潛蠅（*Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach)）、非洲菊斑潛蠅（*L. trifolii* (Burgess)）、蔬菜斑潛蠅（*L. sativae* (Blanchard)）及南美斑潛蠅（*L. huidobrensis* (Blanchard)）同為國際間觀賞植物與蔬菜之重要害蟲，其中後三者更為歐洲與地中海植物保護組織（EPPO）認定之檢疫害蟲[21, 33, 35]。但於 1982 至 1999 年間，番茄斑潛蠅、非洲菊斑潛蠅及蔬菜斑潛蠅[1, 4, 12,

*通訊作者。E-mail: chien@wufeng.tari.gov.tw

[17, 59]與南美斑潛蠅（錢景秦、張淑貞，未發表資料）已先後在台灣地區發現且造成相當之危害。其中番茄斑潛蠅與非洲菊斑潛蠅因在台灣發現年代較早，有關其生物性、生態、蟲源與猖獗危害原因及防治等研究均已完成[17]，而蔬菜斑潛蠅與南美斑潛蠅目前正進行發生消長、寄生蜂相及有效寄生蜂篩選等研究（錢景秦、張淑貞，未發表資料）。爲顧及因防治斑潛蠅，而造成短期作、連續採收蔬果類農藥殘毒之潛在威脅，與面臨未來參與世界貿易組織後外來害蟲侵入之可能性，本文就斑潛蠅之簡介、國外斑潛蠅之防治與檢疫、台灣地區重要斑潛蠅類之發生與防治、及未來台灣地區斑潛蠅檢疫與防疫對策等四個主題加以論述，冀供擬定台灣地區斑潛蠅檢疫與防疫策略之參考。

斑潛蠅之簡介

斑潛蠅屬之種類、起源、分布及重要性

全球已知雙翅目（Diptera）潛蠅科（Agromyzidae）斑潛蠅屬（*Liriomyza*）之種類約有 300 種以上[40]。分布範圍大部分在溫帶，少部分在熱帶地區。其中因危害觀賞與農業作物具經濟重要性之種類雖有 23 種，但仍以非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅、南美斑潛蠅及番茄斑潛蠅較爲重要[40, 53]。前三種斑潛蠅之原分布屬新世界區，其自然分布中心（centre of origen）分別爲美國佛州、美國佛州及美國加州[35]，而番茄斑潛蠅之原分布則屬舊北區[40]，但目前彼等已在世界各地蔓延，且列屬於國際間重要之害蟲或檢疫害蟲[21, 35, 40]。不過彼等斑潛蠅之分布有時仍受氣候限制，如非洲菊斑潛蠅僅盛發於亞熱帶與熱帶地區[53]；而蔬菜斑潛蠅與南美斑潛蠅在南美、印尼及馬來西亞等地，則分別限於較溫暖且低海拔地區與較高海拔地區發生[44, 52, 54]。

非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅、南美斑潛蠅及番茄斑潛蠅均屬雜食性，寄主範圍雖廣達 12～21 科，但除南美斑潛蠅外彼等對寄主仍有其偏好性，如非洲菊斑潛蠅偏好菊科與豆科，蔬菜斑潛蠅偏好茄科、豆科及葫蘆科，番茄斑潛蠅則偏好番茄與瓜[35]。斑潛蠅危害寄主之方式係藉雌蠅戳食與產卵及幼蟲潛食葉肉，而其所造成之危害則歸納有六：(1) 導致幼苗枯死或發育延遲；(2) 產量損失；(3) 降低觀賞植物之觀賞價值；(4) 加速落葉導致果實日傷；(5) 媒介病害及(6) 植物檢疫問題[40]。另斑潛蠅對作物所造成之損失甚大，如 1981～1985 年美國加州之菊花曾因非洲菊斑潛蠅之危害，損失金額達 93,000,000 美元[38]；1980 年代萬那杜地區（Vanuatu）之番茄因蔬菜斑潛蠅之危害，產量損失高達 70%以上[60]，同時該蠅具傳播芹菜嵌紋病與瓜類兩型西瓜嵌紋病之能力[64]；南美斑潛蠅在印尼對馬鈴薯與其它作物分別造成 100 與 70%以上之產量損失[48]。

斑潛蠅猖獗之原因

斑潛蠅自 1975 年後突然猖獗危害之原因，各學者之推測爲：(1) 繁殖潛能高、世代

短、易產生抗藥性；(2) 田間廣效性殺蟲劑高濃度之密集施用，致使其天敵被毒殺；(3) 作物栽培品種多屬感蟲品種；(4) 作物溫室栽培提供其良好繁殖環境，並阻隔感藥品系蟲體之遷入及(5) 非寄生蜂偏好性蔬菜作物單一栽培量之增加等[31, 32, 34, 35, 39, 41]。

國外斑潛蠅之防治與檢疫

斑潛蠅之防治

斑潛蠅之防治方法有化學防治、生物防治、耕作防治（輪作、間作、田間衛生、特殊介質（specific substrats）、覆蓋（film mulchs）、施肥及摘除被害葉等）、物理防治（黃色黏板）、抗蟲品種及綜合防治等[33]。其中以化學與生物防治對斑潛蠅之效果較強，但爲求作物生長全期之管理，仍以綜合防治法爲優。玆將斑潛蠅之化學、生物及綜合防治簡介如下。

化學防治 防治斑潛蠅之藥劑種類依其用藥歷史有有機氯、氨基甲酸鹽、有機磷、除蟲菊、生長調節劑、土壤微生物製劑及苦楝抽出物等[22, 24, 26, 27, 36, 42, 61, 62]。由於斑潛蠅對藥劑易生抗藥性，促使藥劑對斑潛蠅之有效期僅 2～4 年，以致防治斑潛蠅之藥劑，幾乎在其抗藥性與對天敵毒殺之影響下，被迫相繼研發出來[35, 41]。基於藥劑副作用之考量，施用藥劑防治斑潛蠅時，應注意下列三點：(1) 應以斑潛蠅族群偵測與經濟危害限界爲基準[33]；(2) 新藥開發時除測試藥效外，亦應先測試藥劑對寄生蜂之影響[43, 56, 57, 58]；(3) 藥劑間應輪替使用，以延長有效藥劑之使用壽命[30, 35]。

生物防治 斑潛蠅之天敵有寄生蜂、蟲生線蟲 *Steinemema carpocapsae* Beijing, *S. feltiae* Filipjev 及捕食性之盲椿 *Cyrtopeltis modestus*(Distant)、舞蠅(empidid)、家蠅(muscid flies)、長腳蠅（dolichopodids）、針蟻（Ponerinae）、線蟲 *Neoplectana carpocapsae*（Weiser）、貓蜘（Oxyopidae）及山雀（titmice）等[21, 23, 33, 42, 44]。其中以寄生蜂之研究最多，在未施藥區，寄生蜂可顯著抑制斑潛蠅密度[33]。以下先簡介斑潛蠅生物防治之實例，繼而探討生物防治之評估標準、寄生蜂之種類、寄生蜂之特性、寄生蜂之利用與釋放方式、及生物防治之受限因子等。

生物防治實例 塞內加爾、夏威夷、巴貝多、馬立安納群島、東加、台灣及關島等地曾以傳統生物防治方式進行田間 49 例有關非洲菊斑潛蠅或非洲菊斑潛蠅與蔬菜斑潛蠅之生物防治，但其中獲完全成功（complete success）與大致成功（substantial success）者僅各佔 8.2 與 6.1%[35]。歸納失敗之原因有三：(1) 寄生蜂寄運途中死亡率高，因而寄生蜂健康種源建立不易[37]；(2) 引進寄生蜂時忽略其生物地理（biogeography）與生態條件[35]；(3) 寄生蜂對不同作物有偏好性[28]。另西歐、美國及加拿大亦曾在溫室內進行斑潛蠅類之生物防治。其中在荷蘭與法國均有成功實例，至於在英國、瑞典、美國及加拿大等地造成斑潛蠅生物防治不成功之因子歸納有五： (1) 斑潛蠅自外侵入溫室內；(2) 寄生蜂釋放時機；(3) 寄主與寄生蜂之釋放比率；(4) 寄生蜂品質及(5) 寄生蜂之種類[33]。

生物防治應注意之事項：斑潛蠅寄生蜂相複雜，於 1987 年在非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅及南美斑潛蠅上即記錄有 40 種以上[60]，近來更在亞洲地區（馬來西亞、印度、越南、中國大陸及日本等地）記錄多種斑潛蠅本地種寄生蜂[35]。斑潛蠅寄生蜂之特性有五：(1) 雜食性，寄主範圍達 5～50 種以上，甚至不限斑潛蠅科，此種現象足以解釋各地本地種雜食性寄生蜂對侵入性斑潛蠅之利用[35]；(2) 當寄生蜂分佈廣泛時，有氣候生物種之存在[35]；(3) 有些寄生蜂對斑潛蠅之寄主植物具偏好性[28]，如洋蔥田內之南美斑潛蠅寄生蜂不能在矮性菜豆（bush bean）上增殖[29]；(4) 本地種天敵深受引進種天敵之影響[46]；(5) 大陸地區內寄生蜂之多樣性較島嶼爲多[35]。因而 Murphy and LaSalle（1999）認爲在島嶼與溫室內進行斑潛蠅之生物防治時，寄生蜂之利用應著重外來種寄生蜂之引進，此時需事先評估寄生蜂之有效性、地理或氣候或耐藥性生物種之存在、對象作物之種類及對本地寄生蜂之影響等[35]。但在大陸地區進行斑潛蠅之生物防治時，寄生蜂之利用則應偏重本地種寄生蜂之保育與增強[35]。如藉減少施藥、選擇性藥劑及綜合防治中其他因子等之配合以達寄生蜂之保育，或藉雜草與間作等之棲地管理[25, 47] 及助遷[63] 等方式以增強寄生蜂對寄主之抑制能力。至於寄生蜂釋放方式，在島嶼之田間宜使用接種式釋放（inoculative release），溫室內則採季節性接種式釋放（seasonal inoculative release）[35]。另 Minkenberg and van Lenteren（1986）歸納推廣斑潛蠅生物防治之受限因子有五：(1) 作物經濟危害水準資料不足；(2) 農民對作物經濟危害水準之心理準據小於研究資料；(3) 寄生蜂對藥劑敏感；(4) 成功條件嚴苛，如菊花上每株之食痕需少於 1，且寄生率需達 90%以上；在番茄上其第四至第六葉需無食痕及(5) 花卉不適應用，但非洲菊例外[33]。

綜合防治　綜合防治之目的係減少干擾農業生態系中自然因子對害蟲之防治效果[20]。而斑潛蠅僅係作物生長期中之一個害蟲，因此就作物害蟲之綜合管理而言，實宜藉化學防治與生物防治之配合施用、或藉化學防治與抗蟲品種及耕作防治等之應用，達作物害蟲之綜合防治[33]。如在荷蘭溫室番茄害蟲之綜合防治所應用之策略，係以恩蚜小蜂 *Encasia formosa* Gahan 防治粉蝨、選擇性藥劑芬佈克蟎（fenbutatinoxide）與智利捕植蟎（*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot）防治二點葉蟎（*Tetranychus urticae* Koch）、選擇性藥劑比加普（pirimicarb）防治蚜蟲、小繭蜂 *Dacnusa sibirica* Telenga 防治斑潛蠅及施用蘇力菌（*Bacillus thuringiensis* Berliner）防治螟蟲[45]。

斑潛蠅之檢疫

依據歐洲與地中海植物保護組織對非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅及南美斑潛蠅所採行之檢疫措施，共分疫區田間檢疫、收穫後處理及海關檢疫三項[21]，介紹如下。

疫區田間檢疫　若自斑潛蠅疫區引進康乃馨、菊花、非洲菊（*Gerbera* spp.）、芹菜、萵苣、番茄、瓜（*Cucumis* spp.）、瞿麥（*Gypsophila* spp.）、辣椒（*Capsicum* spp.） 及黃菀屬（*Senecio*）等植物或植物繁殖體（除種子外）時，在其引進前之 3 個月內每月至少需田間偵測 1 次，以確定植株無斑潛蠅危害，若有蟲時亦需照推薦藥劑防治之。

收穫後處理 由於斑潛蠅卵較抗低溫，因而被害切花需在溫室先放置 3～4 天，待蠅卵孵化後，再以 0℃儲存 1～2 週，將其他蟲期之斑潛蠅殺死。

海關檢疫 海關人員可依斑潛蠅寄主植物上之成蟲戳食孔或幼蟲食痕以檢視斑潛蠅之存在。另引進之切花或帶葉之蔬菜需附出口檢疫證明書。

台灣地區重要斑潛蠅之發生與防治

斑潛蠅之發生與危害

台灣地區已記錄之斑潛蠅共 13 種，分別爲昭和草斑潛蠅（*L. asterivora* Sasalawa）、海濱斑潛蠅（*L. litorea* Shiao and Wu）、白菜斑潛蠅（*L. brassicae* (Riley)）、棕額斑潛蠅（*L. brunnifrons* (Malloch)）、番茄斑潛蠅、蔥斑潛蠅（*L. chinensis* (Kato)）、寬額斑潛蠅（*L. frontella* (Malloch)）、加藤斑潛蠅（*L. katoi* Sasakawa）、小菊斑潛蠅（*L. pusilla* (Meigen)）、月盾斑潛蠅（*L. subpusill* (Malloch)）、非洲菊斑潛蠅、牡荆斑潛蠅（*L. viticola* (Sasakawa)）及黃額頂斑潛蠅（*L. yasumatsui* Sasakawa）[16, 49, 50, 51]後又發現蔬菜斑潛蠅與南美斑潛蠅兩種（蕭旭峰，私人通訊），其中亦以番茄斑潛蠅、非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅及南美斑潛蠅爲重要。這四種斑潛蠅分別於 1982[16]、1988[1, 59]、1995[17]及 1999 年（錢景秦、張淑貞，未發表資料）在台灣發現，且前二種對作物曾造成嚴重損失。如番茄斑潛蠅於 1984 年使甘藍苗期之被害葉率達 49%[4]，1986 年包心芥菜之危害株率達 100%[6]，1989 年馬鈴薯之產量損失達 30%[12]、甚至已結果之洋香瓜園遭致廢耕[12]。而非洲菊斑潛蠅則於 1988 及 1989 年分別使台中大坑非洲菊園及彰化田尾與永靖之非洲菊與菊花園遭致廢耕或全數被害[7]。彼等斑潛蠅雖均爲雜食性，但據 1998 年 11 月至 1999 年 6 月在南投與雲林之調查，顯示彼等斑潛蠅之發生深受作物與氣候之影響，如非洲菊斑潛蠅顯著偏好菊科作物，蔬菜斑潛蠅偏好番茄、絲瓜、敏豆、萊豆及豇豆等，南美斑潛蠅僅在 1 至 5 月之番茄、絲瓜及敏豆上發生，至於番茄斑潛蠅則未見發生（錢景秦、張淑貞，未發表資料）。

斑潛蠅之猖獗原因

台灣地區重要斑潛蠅之來源，究是新侵入害蟲之擴張、或原有次要害蟲因耕作制度之改變，致使成爲重要害蟲，目前尚無定論。不過多位學者認爲番茄斑潛蠅之猖獗係因洋香瓜 PE 塑膠布隧道式栽培方式之改變洋香瓜大面積栽培、及爲防治斑潛蠅過度使用農藥毒殺天敵所致[11, 13]。非洲菊斑潛蠅之猖獗，係因荷蘭抗藥性品系之侵入[1, 16, 59]、過度使用農藥毒殺天敵、或非洲菊感蟲品種之栽植有關[3, 17]。至於蔬菜斑潛蠅與南美斑潛蠅之發生則係屬新害蟲之侵入（錢景秦、張淑貞，未發表資料）。

斑潛蠅之防治

番茄斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅、南美斑潛蠅及非洲菊斑潛蠅在台灣之主要防治方法，前三種係以藥劑爲主，而在非洲菊上除可藉本地種寄生蜂與選擇性藥劑有效防治非洲菊斑潛蠅外，尙推薦非洲菊園內病、蟲、蟎害之綜合防治法，簡介如下。

番茄斑潛蠅

1. 化學防治：鄭（1994）推薦在洋香瓜可施用賽滅淨（cyromazine）75%可濕性粉劑5,000倍、阿巴汀（abamectin）2%乳劑2,000倍及歐殺滅24%溶液（oxamyl）500倍[14]。前二者可自苗期至果實發育中期每間隔14天噴佈一次，全期共施4～5次；後者則當該蠅發生時，每隔7～10天噴佈一次[14]。而1998年出版之「植物保護手冊」推薦用於防治洋香瓜上番茄斑潛蠅之藥劑有75%賽滅淨可濕性粉劑7,500倍與阿巴汀2%乳劑2,000倍[9]。推薦防治醃漬用包心芥菜上番茄斑潛蠅之藥劑有賽滅淨75%可濕性粉劑5,000倍、賽滅淨8.9%溶液800倍、歐殺滅24%溶液500倍、第滅靈（deltamethrin）2.8%乳劑1,000倍、阿巴汀2%乳劑2,000倍及佈飛松（profenofos）43%乳劑1,000倍[9]。推薦防治豌豆上番茄斑潛蠅之藥劑有賽滅淨75%可濕性粉劑6,000倍與賽滅淨8.9%溶液1,000倍[9]。推薦用於防治西瓜上番茄斑潛蠅之藥劑爲賽滅淨75%可濕性粉劑5,000倍與歐殺滅24%溶液600倍。並訂有明確之防治時機、間隔期及注意事項[9]。

2. 物理防治：大面積使用黃色黏板或黃色水盤（水盤中之水需加數滴洗潔精）除可誘殺番茄斑潛蠅之成蠅，亦可兼誘蚜蟲、薊馬及果實蠅等小型害蟲[11]。黏板平置於畦面，每2～3 m放一張，每3～4週更換一次，可減少上述害蟲之密度[11]。另外吸附紫外線PE塑膠布（ultraviolet absorption film）之覆蓋亦對番茄斑潛蠅具防治效果[15]。

3. 生物防治： 共記錄本地種寄生蜂4種，分別爲小繭蜂科之 *Opius phaseoli* complex sp. 2，與 *Opius* sp.，黃金小蜂科之 *Halticoptera circulus*（Walker），及釉瘦蜂科之 *Nordlanderia* sp. 1[5, 16]。

非洲菊斑潛蠅

1. 化學防治：1998年出版之「植物保護手冊」推薦用於防治花卉上非洲菊斑潛蠅之藥劑有培丹（cartap）50%可溶性粉劑1000倍、硫賜安（thiocyclam hybrogenoxalate）50%可濕性粉劑1000倍、賽滅淨75%可濕性粉劑5000倍、阿巴汀2%乳劑4000倍及三落松（triazophos）40%乳劑1000倍。前四者當該蠅發生時，每隔7天施藥一次，而後者當該蠅發生時，每隔14天施藥一次[9]。至於在連續採收之豆類蔬菜上，鄭（1989）爲顧及藥劑之殘毒與藥害問題，建議僅登記於蔬菜上之培丹與硫賜安可以考慮使用，但後者之稀釋濃度需提高至1000～750倍才可達100%之防治效果[10]。

2. 物理防治：非洲菊斑潛蠅對黃色具顯著偏好性。台灣在1988至1989年曾成功地利用黃色黏板進行該蠅侵入後之區域性與全省性之發生偵測調查[7]。但由於非洲菊斑潛蠅

有多次交尾之習性，且雌蠅交尾 1 次之內在增殖率與多次者間無顯著差異[18]；而黃色黏板對該蠅之誘蟲距離不但小於 2 m，且對雌雄蠅之誘捕回收率又各低於 23.8 與 28.1%[2]；以及黃色黏板亦對寄生蜂有誘引效果等，因而欲單獨利用黃色黏板誘集雌蠅或雄蠅之方法以降低非洲菊斑潛蠅之密度，實有其限制[18]。

3. 農業防治：非洲菊之經濟栽培品種繁多，品種間對非洲菊斑潛蠅取食之反應不一。目前栽培品種對該蠅較具抗性之品種為 Cilia、Michelle，較感性品種為 Tennessee 與 Lieselot 等，但 Cilia 與 Michelle 又各為二點葉蟎與銀葉粉蝨（*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring）之較感性品種[3]。另外肥培管理時，氮肥之增加雖可促進非洲菊之抽花與減少二點葉蟎之密度，但卻會增加非洲菊斑潛蠅之密度；若是氮肥與鉀肥同時增加，雖可抑制非洲菊斑潛蠅之危害，但卻會增加二點葉蟎之密度[3]。

4. 生物防治：非洲菊斑潛蠅之本地種寄生蜂共有 9 種[8, 19]，其中以異角釉小蜂（*Hemiptarsenus varicornis* Girault）與華釉小蜂（*Neochrysocharis formosa* (Westwood)）最為常見，各佔寄生蜂發生量之 39 與 45%（n = 18,490 隻）[19]。兩蜂之寄生方式均屬非共育寄生性策略（idiobiont），內在增殖率不僅均較寄主非洲菊斑潛蠅為高且具取食寄主能力，同時與賽滅淨可配合使用等之特性，顯示此兩種寄生蜂對非洲菊斑潛蠅極具防治潛能[17]。在田間非洲菊上非洲菊斑潛蠅寄生蜂與寄主發生同步且無重複寄生蜂，非洲菊斑潛蠅在施藥與本地種寄生蜂之抑制下，其第三齡幼蟲之發生密度由 1991～1993 年之 0～18.4 隻/葉，降至 1994 年之 0～7.7 隻/葉，發生頻率亦由經常發生降為偶發性[19]。

5. 綜合防治：非洲菊園內病、蟲、蟎害之綜合防治策略為，當非洲菊園內非洲菊斑潛蠅幼蟲因受其寄生蜂之抑制，呈現低密度穩定消長時，該蠅不需施藥防治，但當該蠅幼蟲密度呈現突然暴升時，可施用賽滅淨防治之[19]。又當非洲菊園內有白粉病發生時建議施用白粉松（pyrazophos），若有斜紋夜盜蛾、蚜蟲、粉蝨、介殼蟲、薊馬及葉蟎等發生時，則建議施用阿巴汀防治之（錢景秦與古琇芷，未發表資料）。

蔬菜斑潛蠅與南美斑潛蠅

1. 化學防治：1998 年出版之「植物保護手冊」中未列有推薦藥劑[9]，目前農民私用各種不同藥劑防治之。

2. 生物防治：於 1998 年 11 月至 1999 年 6 月在南投與雲林之番茄、豆及瓜上共記錄蔬菜斑潛蠅與南美斑潛蠅本地種寄生蜂 16 種，其中以底比斯釉小蜂（*Chrysocharis pentheus* (Walker)）與岡崎釉小蜂（*Chrysonotomyia okazakii* (Kamijo)）發生量較多（錢景秦、張淑貞，未發表資料）。而 1995 年 2 至 3 月在台中霧峰不施藥菜豆田（*Phaseolus vulgaris* var. *communis* Aeschers），本地種寄生蜂對蔬菜斑潛蠅之致死率高達 92.7%（錢景秦、古琇芷，未發表資料）。

未來台灣地區斑潛蠅檢疫與防疫對策

斑潛蠅之檢疫對策

針對未來台灣地區斑潛蠅之檢疫問題，實應注意是否有其他重要檢疫斑潛蠅之侵入、或已侵入斑潛蠅間種之演替、及因應對策，玆分別介紹如下。

其他重要檢疫斑潛蠅之侵入 國際間重要之四種斑潛蠅如番茄斑潛蠅、非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅及南美斑潛蠅雖均已陸續在台灣發生，但未來是否尚有其他重要斑潛蠅，如雜食性 *L. strigata*（Meigen）之侵入，則不得而知，不過面對前述四種具抗藥性品系斑潛蠅侵入之可能性與其對台灣農產品之衝擊力，實應及時謀求對應之策。

已侵入斑潛蠅間種之演替 在美國加州、佛州及夏威夷等地均曾發生因施藥導致田間非洲菊斑潛蠅取代蔬菜斑潛蠅之先例[35]。而在台灣，非洲菊斑潛蠅自 1988 年首次記錄後，至 1999 年該蠅在菊科中仍維持 88～100%之優勢。但蔬菜斑潛蠅與南美斑潛蠅自 1995 與 1999 年分別在台中霧峰被發現後，至 1998～1999 年前者在蔬菜中即已佔 95～100% 之優勢，而南美斑潛蠅僅 1 至 5 月發生（錢景秦、張淑貞，未發表資料）。至於番茄斑潛蠅之族群密度卻從 1984～1992 年間之大發生[14]，轉爲目前僅零星發生（周樑鎰，1999 私人通訊）。其間之差異是否蔬菜斑潛蠅與番茄斑潛蠅間已發生取代現象，及南美斑潛蠅未來之發展，均待探討與觀察。

斑潛蠅檢疫對策 斑潛蠅由於體小、外形類似，種類間不易鑑別，不僅常造成分類上之混淆、影響其寄生蜂相之調查、且致使斑潛蠅防治不易[40, 41]。在台灣，番茄斑潛蠅與蔬菜斑潛蠅初發生時或因文獻不足、或因研究人員警覺性之缺乏，均曾發生誤判爲白菜斑潛蠅[4, 6]與番茄斑潛蠅[17]之情形。因而今後應就田間重要之斑潛蠅，藉其體色、食痕及外部形態、或雄性生殖器與 DNA 之特徵，各自發展簡易或精確之斑潛蠅快速鑑識法，供海關檢疫或田間持續斑潛蠅之定期追蹤調查，以偵測外來斑潛蠅之侵入或瞭解已侵入斑潛蠅間種之演替。

斑潛蠅之防疫對策

斑潛蠅之防治法甚多，但在研擬未來台灣地區斑潛蠅之防疫對策時，應先充分瞭解已往台灣地區斑潛蠅猖獗之原因與台灣本島之生態條件，進而發展出適於台灣地區斑潛蠅之防治策略。玆簡述如下。

已往斑潛蠅猖獗之原因 回顧番茄斑潛蠅、非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅及南美斑潛蠅在台灣不同時期發生所造成之危害，其間最大之差異爲前兩種斑潛蠅在 1984～1988 年間初發生時，政府尙無登記推薦防治斑潛蠅之有效藥劑，因而農民在盲目過度施用廣效性藥劑防治斑潛蠅時，不幸傷及天敵，破壞本地種寄生蜂對斑潛蠅之抑制力，致使斑潛蠅猖獗危害。但至選擇性藥劑如賽滅淨、阿巴汀等陸續上市後，此兩種斑潛蠅即不再成災。同時

蔬菜斑潛蠅與南美斑潛蠅於 1995 與 1999 年在台灣地區發生時，農民因對斑潛蠅之防治較具信心且不過度施用藥劑，在此良性互動下，本地種寄生蜂不但有了生機且可發揮其抑制斑潛蠅之能力，致使斑潛蠅之危害維持輕微，不致成災。

台灣之生態條件 台灣屬大陸性島嶼，斑潛蠅之本地種寄生蜂相不僅複雜且雜食性。當侵入性斑潛蠅在台灣初發生時，即調查到多種本地種寄生蜂之寄生[8, 17]，其間各種斑潛蠅本地種寄生蜂相雖具共通性，但其優勢蜂種仍視斑潛蠅種類、寄主植物及季節而不一[19]。另亦發現本地種之異角釉小蜂與華釉小蜂[17, 19]，或底比斯釉小蜂分別對非洲菊斑潛蠅與蔬菜斑潛蠅極具防治潛能（錢景秦、張淑貞，未發表資料）。

斑潛蠅之防疫對策 早期斑潛蠅之防治以藥劑爲主，但在斑潛蠅抗藥性、毒殺天敵、及蔬菜殘毒等藥劑副作用相繼產生後，斑潛蠅之防治才漸轉向生物防治。而傳統生物防治之基本理論係建立於寄生蜂對寄主之專一性，因而對侵入性害蟲向以引進害蟲原產地寄生蜂爲其防治對策。但隨著斑潛蠅原產地與各地斑潛蠅寄生蜂相之調查，發現斑潛蠅寄生蜂不僅種類多且雜食性，同時在短期內本地種寄生蜂即對侵入性之斑潛蠅具抑制力[35]。因而 Murphy and LaSalle（1999）認爲在斑潛蠅生物防治時應依各地之生態環境，分別採取引進外來種寄生蜂或加強本地種寄生蜂應用之不同策略[35]。綜觀台灣地區之生態環境與以往斑潛蠅猖獗之原因，筆者認爲未來台灣地區斑潛蠅之防疫對策有二，分述如下。

1. 本地種寄生蜂之保育與增強：爲達斑潛蠅本地種寄生蜂之充分利用，實應結合研究人員、推廣人員及農民之努力，並注意以下五點：(1) 詳盡研究斑潛蠅之繁殖潛能與習性等生物特性；(2) 藉由寄生蜂致死寄主潛能與習性等生物特性，確認不同斑潛蠅與作物上本地種有效寄生蜂之蜂種；(3) 針對本地種有效寄生蜂篩選選擇性藥劑；(4) 發展抗蟲品系之作物或利用物理防治法，儘量減少藥劑之施用量與次數及(5) 宣導農民寄生蜂保育之觀念。

2. 不同作物之斑潛蠅防疫策略：斑潛蠅之防治策略應視作物而定。如非洲菊因每二至三年才更新棲所、僅收穫花的部分供做切花、及本地種寄生蜂對非洲菊斑潛蠅之強勢抑制力，致使非洲菊較其它作物更適行非洲菊斑潛蠅之生物防治，因而在非洲菊上防治非洲菊斑潛蠅及其他之病、蟲、蟎害時，應以本地種寄生蜂爲主、選擇性藥劑爲輔之防治策略(19)。而洋香瓜在苗期至著果期由於對番茄斑潛蠅敏感，此時植株受害對瓜果產量影響甚大，因而在洋香瓜苗期至果實發育中期，番茄斑潛蠅之防治應以選擇性藥劑爲主、物理防治爲輔，但至果實發育後期，則不需再施藥防治(12, 14)。至於針對短期作連續採收蔬果類（如瓜、豆及番茄等）之蔬菜斑潛蠅與南美斑潛蠅之防治，爲保護苗期並減少採收時彼等蔬果類農藥殘毒之潛在威脅，建議在彼等蔬果類之苗期應以選擇性藥劑爲主，但其後之生長期則採行以本地種寄生蜂爲重之策略，防治蔬菜斑潛蠅與南美斑潛蠅。

引用文獻

1. 王清玲。1988。台灣新侵入之園藝作物害蟲簡介。 中華昆蟲特刊 2: 145-153。
2. 王清玲、林鳳琪。1992。黃色黏板誘捕非洲菊斑潛蠅 (*Liriomyza trifolii* (Burgess)) 之效果測定。中華農業研究 41: 61-69。
3. 王雪香。1994。設施花卉－非洲菊害蟲防治。台灣花卉病蟲害研討會專刊: 185-197。
4. 李錫山。1986。甘藍主要害蟲在台灣南部之發生消長。中華農業研究 35: 530-542。
5. 李錫山。1990。殺蟲劑防治番茄斑潛蠅 (*Liriomyza bryoniae* (Kalt.)) 及其對寄生蜂之影響。中華昆蟲 10: 409-418。
6. 李錫山、呂鳳鳴、溫宏治。1989。番茄斑潛蠅 *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach) 1858 之生態及防治。中華昆蟲特刊 4: 53-58。
7. 林鳳琪、王清玲。1989。非洲菊斑潛蠅之田間偵測。中華昆蟲特刊 4: 59-69。
8. 林鳳琪、王清玲。1992。非洲菊斑潛蠅寄生蜂之種類及發生調查。中華昆蟲 12: 247-257。
9. 費雯綺、王玉美、張國輝、陳清倫、潘建銘 編。1998。植物保護手冊。台灣省政府農林廳。南投。734 頁。
10. 鄭允。1989。防治非洲菊斑潛蠅之用藥選擇。興農 68: 31-33。
11. 鄭清煥。1993。危害洋香瓜之番茄斑潛蠅的生態與防治。蔬菜保護研討會專刊: 135-152。
12. 鄭清煥。1994。番茄斑潛蠅在洋香瓜上之危害及對產量與品質之影響。中華昆蟲 14: 433-444。
13. 鄭清煥。1994。番茄斑潛蠅在洋香瓜上之生態觀察。中華昆蟲 14: 65-81。
14. 鄭清煥。1994。危害瓜類之番茄斑潛蠅的發生與防治。瓜類作物保護技術研討會專刊: 183-193。
15. 鄭清煥、何淑貞。1997。濾除紫外線塑膠布被覆對洋香瓜害蟲及瓜果產量之影響評估。植保會刊 39: 289-304。
16. 蕭旭峰。1991。台灣斑潛蠅屬昆蟲之系統分類研究。國立台灣大學植物病蟲害學研究所碩士論文。台北。129 頁。
17. 錢景秦。1997。台灣地區斑潛蠅發生與防治概況。海峽兩岸植物保護研討會: 79-94。植物保護學會印。台中。
18. 錢景秦、古琇芷。1996。非洲菊斑潛蠅之形態、生活史及繁殖力。中華農業研究 45: 69-88。
19. 錢景秦、古琇芷。1998。非洲菊斑潛蠅 (雙翅目：潛蠅科) 與其寄生蜂在非洲菊園之發生消長。中華昆蟲 18: 187-197。
20. Altieri, M. A., Martin, P. B., and Lewis, W. J. 1983. A quest for ecologically based pest management systems. Environ. Management 7: 91-100.
21. CABI/EPPO 1997. Quarantine pests for Europe. 2nd CAB International, Wallingford, UK.
22. Fagoonee, I., and Toory, V. 1984. Contribution to the study of the biology and ecology of the

leaf-miner *Liriomyza tifolii* and its control by neem. Insect Sci. Application 5: 23-30.

23. Freidberg, A., and Gijswijt, M. J. 1983. A list and preliminary observations on natural enemies of the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Brurgess) (Diptera: Agromyzidae) in Israel. Israel J. Entomol. 17: 115-116.
24. Genung, W. G. 1957. Some possible cases of insect resistance to insecticides in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 70: 148-152.
25. Genung, W. G. 1981. Weed hosts of *Liriomyza* and parasite incidence in the celery agroecosystem at Belle Glade Florida, p. 61-69. In: D. J. Schuster ed. Proceedings of the Institute of Food and Agricultural Sciences- Industry Conference on the Biological Control of *Liriomyza* leafminers. Lake Buena Vista, FL, 3-4 November 1981.
26. Genung, W. G., and Jr. Harris, E. D. 1961. Notes on the biology and control of serpentine leafminer(s) in the Everglades. Proc. Fla. State Hort. Soc. 74: 137-143.
27. Janes, M. J., and Genung, W. G. 1975. Insecticide evaluation for control of leafminers and beet armyworms on celery, leafminers and cutworms on lettuce. Belle Glade: AREC. Res. Rep. no. EV-1975-1.
28. Johnson, M. W., and Hara., A. H. 1987. Influence of host crop on parasitoids (Hymenoptera) of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). Environ. Entomol. 16: 339-344.
29. Johnson, M. W., and Mau, R. F. L. 1986. Effects of intercropping beans and onions on populations of *Liriomyza* spp. and associated parasitic Hymenoptera. Proc. Hawaiian Entomol. Soc. 27: 95-103.
30. Keil, C. B., and Parrella, M. P. 1983. *Liriomyza trifolii* on chrysanthemums and celery: managing an insecticide resistant population, p. 162-167. In: S. L. Poe ed. Proc. 3rd Ann. Ind. Conf. Leafminer. San diego, Ca.
31. Kennedy, G. G., Bohn, G. W., Stoner, A. K., and Webb, R. E. 1978. Leafminer resistance in Muskmelon. J. Amer. Soc. 103: 571-574.
32. Mason, G. A., Tabashnik, B. E., and Johnson, M. W. 1989. Effect of biological and operational factors on evolution of insecticide resistance in *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. 82: 369-373.
33. Minkenberg, O. P. J. M., and van Lenteren, J. C. 1986. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. Agric. Univ. Wageningen. 86-2. 50pp.
34. Minkenberg, O. P. J. M. 1988. Dispersal of *Liriomyza trifolii*. Bull. OEPP 18: 173-182.
35. Murphy, S. T., and LaSalle, J. 1999. Balancing biological control strategies in the IPM of New World invasive *Liriomyza* leafminers in field vegetable crops. Biocontrol News and Information 20: 91-104.

36. Musgrave, C. A., Poe, S. L., and Jr. Weems, H. V. 1975. The vegetable leaf miner, *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera; Agromyzidae), in Florida. Fla. Dept. Agr. Consumer Services, Entomol. Circ. no. 162.

37. Neuenschwander, P., Murphy, S. T., and Coly, E. V. 1987. Introduction of exotic parasitic wasps for the control of *Liriomyza trifolii* (Dipt., Agromyzidae) in Senegal. Tropical Pest Management 33: 290-297.

38. Newman, J. P., and Parrella, M. P. 1986. A license to kill. Greenhouse Manage. 5: 86-92.

39. Oatman, E. R., and Kennedy, G. G. 1976. Methomyl induced outbreak of *Liriomyza sativae* on tomato. J. Econ. Entomol. 69: 667-668.

40. Parrella, M. P. 1987. Biology of *Liriomyza*. Ann. Rev. Entomol. 32: 201-224.

41. Parrella, M. P., and Keil, C. B. 1984. Insect pest management: the lesson of *Liriomyza*. Bull. Entomol. Soc. Am. 30: 22-25.

42. Parrella, M. P., Allen, W. W., and Morishita, P. 1981. Leafminer species causes California mum growers new problems. Calif. Agric. 116: 28-30.

43. Poe, S. L., Everett, P. H., Schuster, D. J., and Musgrave, C. A. 1978. Insecticidal effects on *Liriomyza sativae* larvae and their parasites on tomato. J. Georgia Entomol. Soc. 13: 322-327.

44. Rauf, A., and Shephard, B. M. 1999. Leafminers in vegetables in Indonesia: surveys of host crops, species composition, parasitoids and control practices, p. 25-35. In: G. S. Lim, S. S. Soetikno, and W. H. Loke eds. Proceedings of a Workshop on Leafminers of Vegetables in Southeast Asia. Tanah Rata, Malaysia, 2-5 February 1999. Serdang, Malaysia. CAB International Southeast Asia Regional Centre.

45. Ravensberg, W. J., van Lenteren, J. C., and Woets, J. 1983. Developments in application of biological control in greenhouse vegetables in the Netherlands since 1979. IOBC/WPRS Bull. 1983/VI/3: 36-48.

46. Reid, W. V., and Miller, K. R. 1989. Keeping options alive: the scientific basis for conserving by biodiversity. Washington, DC, USA; World Research Institute.

47. Schuster, D. J., Zoebisch, T. G., and Gilreath, J. P. 1982. Ovipositional preferences and larval development of *Liriomyza trifolii* on selected weeds, p. 137-145. In: S. L. Poe ed. Proceedings of the Third Annual Industry Conference on the Leafminer. San Diego, CA, USA, 8-10 November 1982.

48. Shepard, B., Samsudin, M., and Braun, A. 1998. Seasonal incidence of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids on vegetables in Indonesia. Intern. J. Pest Manag. 44: 43-47.

49. Shiao, S. F., Lin, F. J., and Wu, W. J. 1991. Redescription of four *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) from Taiwan. Chinese J. Entomol. 11: 65-74.

50. Shiao, S. F., and Wu, W. J. 1989. Four new records of *Liriomyza* leaf–miners from Taiwan. J. Taiwan Mus. 42: 15-23.

51. Shiao, S. F., and Wu, W. J. 1995. A new *Liriomyza* species from Taiwan (Diptera: Agromyzidae). Pan-Pacific Entomologist 71: 161-168.

52. Sivapragasam, A., and Syed, A. R. 1999. The problem and management of agromyzid leafminers on vegetables in Malaysia, p. 36-41. In: G. S. Lim, S. S. Soetikno, and W. H. Loke eds. 1999. Proceedings of a Workshop on Leafminers of Vegetables in Southeast Asia, Tanah Rata, Malaysia, 2-5 February 1999. Serdang, Malaysia; CAB International Southeast Asia Regional Centre.

53. Spencer, K. A. 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Series Entomologica 9. The Hague: W. Junk.

54. Spencer, K. A. 1989. Leafminers. p. 77-98. In: P. R. Kahn ed. Plant protection and quarantine Vol. II. Selected pests and pathogens of quarantine significance: Boca Raton, FL, USA; CRC Press.

55. Trumble, J. T. 1985. Planning ahead for leafminer control. Calif. Agric. 39: 8-9.

56. Trumble, J. T. 1985. Integrated pest management of *Liriomyza trifolii*: influence of avermectin, cyromazine and methomyl on leafminer ecology in celery. Agric. Ecosystems Environ. 12: 181-188.

57. Trumble J. T., and Toscano, N. C. 1983. Impact of methamidophos and methomyl on populations of *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) and associated parasites in celery. Can. Ent. 115: 1415-1420.

58. Waddill, V. H. 1978. Contact toxicity of four synthetic pyrethroids and methomyl to some adult insect parasites. Fla. Ent. 61: 27-30.

59. Wang, C. L., and Lin, F. C. 1988. A newly invaded insect pest *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in Taiwan. J. Agric. Res. China 37: 453-457.

60. Waterhouse, D. F., and Norris, K. R. 1987. Biological control: Pacific prospects. Melbourne, Australia; Inkata Press, 454 pp.

61. Wolfenbarger, D. A., and Getzin, L. W. 1963. Selective toxicants and toxicant- surfactant combinations for leafminer, *Liriomyza munda* Frick, control and parasite survival. Fla. Ent. 46: 251-265.

62. Wolfenbarger, D. O. 1958. Serpentine leafminer: brief history and summary of a decade of control measures in South California. J. Econ. Entomol. 51: 357-359.

63. Zamzami. 1999. Augmentation of parasitoids (*Hemiptarsenus* spp. and braconids) to control *Liriomyza* spp. in Alaha Panjang District, West Sumatra Province, Indonesia, p. 54-56. In: G. S. Lim, S. S. Soetikno, and W. H. Loke eds. Proceedings of a Workshop on Leafminers of

Vegetables in Southeast Asia, Tanah Rata, Malaysia , 2-5 February 1999. Serdang, Malaysia; CAB International Southeast Asia Regional Centre.

64. Zitter, T. A., and Tsai, J. H. 1977. Transmission of three potyviruses by the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera:Agromyzidae). Plant Dis. Rep. 61: 1025-1029.

ABSTRACT

Chen, C. C.*, and Chang, S. C. 2000. Occurrence and control strategies of *Liriomyza* leafminers in Taiwan. Information on plant pest, disease and control strategies 31 – 44. (Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.)

The serpentine leafminers *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach), *L. trifolii* (Burgess), *L. sativae* (Blanchard) and *L. huidobrensis* (Blanchard) were found to cause serious damage from 1982 to 1999. Although they are polyphagous, their occurrence is strongly influenced by crop species and climate in Taiwan. The local parasitoid community of these leafminers is complex and not host specific and the predominant parasitoids are influenced by the species of the leafminers and crops. For the control of the leafminers, *L. trifolii* can be suppressed by using parasitoids and cycromazine, while applying insecticides to control the other leafminers. In order to monitor the invading and displacement of the leafminers and to check the insecticide residue of the fruits and vegetables, we discuss introduction, management and quarantine of foreign country, occurrence and management of the leafminers and further draw up quarantine and management strategies of the leafminers in Taiwan. Development of quick species identification for the survey of leafminer species in the fields and customs, application of local parasitoides and development of appropriate IPM for crops are commanded.

(Key words: *L. bryoniae, L. trifolii, L. sativae, L. huidobrensis*, control strategy)

*Corresponding author. · E-mail: chien@wufeng.tari.gov.tw